



**COMITATO NAZIONALE  
ITALIANO  
PER LE GRANDI DIGHE**



**CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI INGEGNERI**

**Presentazione attività GdL ITCOLD**

# **“Dispositivi di intercettazione e scarico”**

**con il contributo di**

**Direzione Generale Dighe. Università di Firenze,  
Università di Padova, Enel Green Power,  
A2A, Edison, CVA, RSE, VAG, Geotecnica, AdB  
Tevere, ENAS, ATB Riva Calzoni**

**Webinar**

**23 e 24 marzo 2021**



**Alcune soluzioni storiche nelle  
paratoie alla luce dell'esperienza  
in controllo e manutenzione**

Ing. Alessandro Leoncini

Professionista

## Premessa

Le considerazioni esposte nel seguito sono basate sull'**esperienza** maturata in oltre trent'anni di attività in questo campo all'interno di una unità tecnica dedicata al **controllo** e alla **manutenzione** di dighe e opere idrauliche e quindi anche di supporto alle unità di esercizio

Paratoie e organi di intercettazione, nel loro complesso, sono da considerare **opere idrauliche** a tutti gli effetti, per quanto rilevanti siano in molti casi i componenti di carattere più strettamente **elettrico** e **meccanico**

## Progettazione e controllo

Opportunità che le attività di progettazione e le attività di controllo e manutenzione siano **coordinate da un'unica Unità tecnica**, preposta a:

- supervisione della sicurezza delle opere idrauliche
- rendiconto agli Organi della Pubblica Amministrazione

Tale criterio consente anche di far fronte alla **rarefazione delle competenze nell'ambito delle Ditte costruttrici**, dovuta alla rarefazione di nuove opere di rilievo per uso idroelettrico, di bonifica o di irrigazione

Soluzioni storiche. Osservazioni.

La tecnologia sviluppata essenzialmente nella **prima metà del secolo scorso**, in particolare dagli anni '20 e fino agli anni '50.

Nella seconda metà del secolo è maturata, rendendo più ordinarie quelle che prima erano soluzioni di avanguardia

In quegli anni nei siti interessati dagli sbarramenti si avevano spesso **scarsa disponibilità e scarsa continuità nelle fonti di energia**.

Furono privilegiati sistemi di movimentazione **manuali**, per organi di limitate dimensioni, o sistemi ad **energia idraulica** fornita dall'innalzamento di livello dovuto allo sbarramento.

## Soluzioni storiche. Osservazioni.

Presero piede le paratoie a **ventola**, con contrappesi collegati da sistemi a bilanciere o da sistemi con funi e pulegge, e le paratoie a **settore**, anch'esse con contrappesi ed azionate in genere da galleggianti di vario tipo

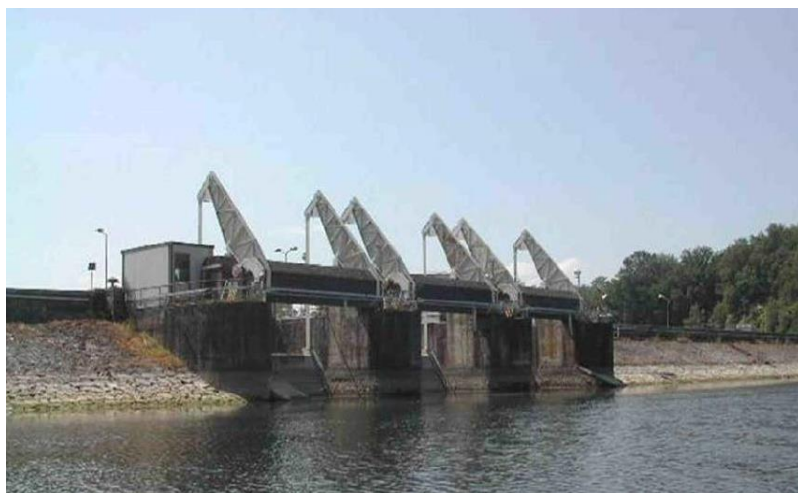
Le paratoie a **ventola** hanno poi avuto uno sviluppo più limitato, prevalentemente nelle traverse fluviali, più raramente nelle grandi dighe. Le paratoie a **settore**, quasi sempre con sistemi di movimentazione a galleggianti, hanno invece avuto applicazioni ampiamente diffuse.



## Soluzioni storiche. Osservazioni.



Settori. Struttura a traliccio.



Ventole. Da Valle e da monte.



Settori. Struttura chiusa.

Soluzioni storiche. Osservazioni.

Un **punto debole dei sistemi a galleggianti**, che si è manifestato prevalentemente nella seconda metà del secolo, è rappresentato dal trasporto di **materiale flottante e di materiale in sospensione** da parte della corrente.

Altro inconveniente nella gestione di paratoie azionate idraulicamente (sia ventole con spinta diretta, sia settori con galleggianti) è la **difficoltà o l'impossibilità di effettuare prove di apertura** delle paratoie qualora il livello d'invaso non sia prossimo alla quota massima di regolazione.



## Soluzioni storiche. Osservazioni.



Cerasoli 2012.



Sa Teula 2004.



Soluzioni storiche. Osservazioni.

Pur mantenendosi molto diffusa l'adozione di sistemi di movimentazione idraulica, almeno a partire dagli anni '20 del 1900 si è avuto parallelamente un importante sviluppo **dei sistemi oleodinamici**.

In tale epoca si faceva ricorso prevalentemente a **motori (attuatori) oleodinamici** al fine di mettere in rotazione, direttamente o tramite ingranaggi di accoppiamento, **argani** di trascinamento di catene nel caso di paratoie a ventola, a settore o piane, oppure **madreviti** atte a sollevare o abbassare i vitoni connessi al diaframma nel caso di paratoie piane. Successivamente si sono diffusi **attuatori a cilindro e pistone**.

## Soluzioni storiche. Osservazioni.



Sistema oleodinamico di movimentazione paratoia (chiocciola - vitone) - 1924

## Soluzioni storiche. Osservazioni.



Sistema oleodinamico con cilindro a doppio effetto

Soluzioni storiche. Osservazioni.

Nella seconda metà del 1900 la tecnologia delle paratoie, pur progredendo in efficienza ed affidabilità, **non ha prodotto soluzioni realmente innovative.**

I **sistemi elettronici di controllo e comando** sono complementi esterni agli organi di intercettazione veri e propri e di solito non ne modificano le caratteristiche.

Negli anno 2000 la tecnologia delle paratoie, ormai matura, sembra aver **rallentato**, se non **arrestato** il proprio sviluppo.



Prove sulle paratoie. Osservazioni.

Importanza delle prove di **apertura totale**, sia pure con frequenza opportuna.

Indubbiamente di difficile attuazione per le **luci sotto battente**, salvo i casi di doppie paratoie in serie.

Opportuno individuare modalità praticabili in modo sistematico per gli **scarichi di superficie**.

Rivestono maggiore importanza per le **ventole** e per le paratoie a **settore**, in cui difetti anche modesti di assetto geometrico possono:

- non essere rilevabili in manovre parziali
- rappresentare ostacoli nella completa apertura
- provocare impuntamenti tali da bloccare la paratoia in posizione aperta.

Prove sulle paratoie. Osservazioni.

**Prove di apertura in bianco**, senza rilascio di portata a fiume: più agevoli negli sbarramenti con invaso; in genere non sono possibili nelle traverse fluviali, dove il livello è quasi sempre prossimo alla quota massima di regolazione.

Nelle prove di apertura, sia parziali, sia totali, è necessario **utilizzare a rotazione tutte le fonti** di energia presenti.

Non si deve trascurare la prova dei **sistemi automatici**, prevedendo opportuni procedimenti per innescare l'automatismo.

Azioni idrostatiche e idrodinamiche. Osservazioni.

Sia nel campo della progettazione sia nel campo dei controlli e della manutenzione è necessario considerare attentamente il **trasporto solido di fondo, il trasporto solido in sospensione e il trasporto di materiale galleggiante**.

Per molto tempo questi fattori non sono stati considerati nelle **norme tecniche**, mentre ad esempio la spinta del ghiaccio era già considerata circa un secolo addietro. Solo nell'ultimo ventennio sono stati compresi in norme tecniche o circolari degli Enti di controllo.

Azioni idrostatiche e idrodinamiche. Osservazioni.

Oltre il mantenimento del volume utile dell'invaso e la spinta sui paramenti, l'accumulo dei **sedimenti** interessa l'officiosità degli **scarichi di fondo**.

Il **materiale galleggiante** può interferire con la manovra degli **scarichi superficiali** e con la loro officiosità.

Esso può **rendere difficoltoso o impedire** l'azionamento di paratoie oppure **ostruire** parzialmente o totalmente le luci. Questo vale anche per gli **scarichi a soglia fissa**, quando vi siano pile o impalcati a distanza ravvicinata.



## Azioni idrostatiche e idrodinamiche. Osservazioni.



Cerasoli 2012.



Sa Teula 2004.

## Azioni idrostatiche e idrodinamiche. Osservazioni.

Il materiale trasportato al fondo è da considerare nel definire le caratteristiche degli **scarichi profondi**. Oltre al carico idrostatico e alla portata, è bene tenere conto di:

- dimensioni minime che consentano un efficace **richiamo dei sedimenti** aprendo gli scarichi durante le piene
- dimensioni minime che consentano il **passaggio di materiali** di grandi dimensioni (massi, ceppaie...)
- forme e materiali delle **tenute** resistenti alle azioni del materiale lapideo trascinato dalla corrente
- forme che **favoriscano l'espulsione** di materiali solidi dalle soglie durante le operazioni di chiusura

Azioni idrostatiche e idrodinamiche. Osservazioni.

Negli interventi di revisione o adeguamento di paratoie esistenti, come a maggior ragione nella progettazione di nuove, è necessario assicurare la **coerenza delle forze** in gioco nei vari componenti.





Fonti di energia. Considerazioni.

Evoluzione dell'alimentazione elettrica:

- maggiore disponibilità di potenza sulle reti locali
- crescente interconnessione della rete a livello territoriale e locale
- installazione di gruppi elettrogeni, di norma ad avviamento automatico per mancanza di tensione sulla rete elettrica

Adozione generalizzata di sistemi elettromeccanici ed, ancor più, oleodinamici.

Sostituzione o affiancamento di automatismi idraulici con automatismi di tipo elettronico.



Fonti di energia. Considerazioni.

**Comando manuale** relegato ad organi di piccole dimensioni, ma rimane "un comando di riserva per tutte le paratoie", in quanto ciò è sancito dalle Norme Tecniche vigenti. Si tratta in genere di terza o quarta riserva.

I **sistemi manuali** sono sempre in grado di movimentare la paratoia, anche in fase di spunto, ma spesso la **velocità di apertura** è realmente **insufficiente** in rapporto alla possibile velocità di crescita della portata di piena. Per paratoie di grandi dimensioni questo limite non può essere rimosso.

Fonti di energia. Considerazioni.

La **manovra automatica** degli organi di scarico si presenta sempre come **assai delicata**, specie in situazioni di emergenza.

Automatismo: garantire un **intervento immediato** e un **minore impegno del personale** di presidio.

Personale di presidio: garantire un **controllo** in tempo reale del **corretto funzionamento** dei sistemi automatici.

Una manovra intempestiva o errata su un organo di scarico potrebbe avere **conseguenze anche assai gravi** sulle aree a valle dello sbarramento.

## Controllo tecnico e manutenzione. Considerazioni.

Tenere presente la differenza tra prova e controllo.  
La **prova di funzionamento**, pur necessaria, non può fornire da sola un'indicazione sufficiente sullo stato di conservazione degli organi e quindi sul grado di **sicurezza e di affidabilità**.

I **controlli tecnici sistematici**, con le frequenza e le modalità opportune, possono fornire sufficienti garanzie sul **corretto funzionamento** e fornire le indicazioni necessarie a programmare gli interventi di **manutenzione**.

Controllo tecnico e manutenzione. Considerazioni.

Per le **opere esistenti**, utile approfondire la correttezza del progetto e della realizzazione, ma necessario assicurarne la **buona conservazione**.

Ogni deterioramento deve essere rilevato e deve produrre interventi correttivi in tempi adeguati.

Le manutenzioni non sono sempre possibili nei tempi tecnicamente richiesti. Per far fronte a problemi quali la **corrosione** o la scarsa **tenuta**, è opportuno fare ricorso a **dimensionamenti abbondanti** (sovrassessori) ed all'uso di **materiali più durevoli** e meno vulnerabili.



Controllo tecnico e manutenzione. Considerazioni.

Obiettivo:

**far tendere a zero l'occorrenza di malfunzionamenti o guasti.**

Oltre alla buona preparazione teorica ed all'esperienza sul campo, soccorrono lo **spirito critico** riguardo a quanto si è fatto finora e una buona **immaginazione** riguardo a quanto potrebbe accadere, evitando di considerare sempre normali o abituali le situazioni di fatto.